

# Aplicação de formulações de cálcio e boro na cultura do tomateiro tutorado

Leandro Hahn<sup>1</sup>, Atsuo Suzuki<sup>2</sup>, Anderson Luiz Feltrim<sup>3</sup>, Anderson Fernando Wamser<sup>4</sup>, Siegfried Mueller<sup>5</sup> e Janice Valmorbida<sup>6</sup>

**Resumo** – Aplicação via solo e foliar de fertilizantes formulados com cálcio (Ca) e boro (B) é prática comum para prevenção de distúrbios fisiológicos em tomates. Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de formulações de Ca e B e ácido bórico via foliar, e de bórax via solo, em tomateiro de mesa, em Caçador, SC, nas safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13. No início da maturação dos frutos, determinaram-se macro e micronutrientes na folha diagnose. Na colheita, avaliaram-se a produtividade total, comercial (extra AA e extra A) o descarte e a incidência dos distúrbios fisiológicos como podridão apical e lóculo aberto. As aplicações de Ca e B não influenciaram a produtividade e a incidência de distúrbios fisiológicos. Não se observaram sintomas de deficiência ou toxidez nas plantas que apresentaram teores foliares de nutrientes abaixo ou acima da faixa recomendada para a cultura. A aplicação foliar de B, como ácido bórico, aumentou o teor de B na folha diagnose, porém sem efeito na produção e na incidência de lóculo aberto nos frutos.

**Termos para indexação:** *Lycopersicon esculentum* Mill., podridão apical, lóculos abertos, análise foliar.

## Calcium and boron application in staked tomato

**Abstract** – Calcium (Ca) and boron (B) application to prevent physiological disorders is a common practice in tomato crop. This study aimed to evaluate the effects of foliar sprays of boric acid and Ca and B formulations, and soil application of borax, in tomato crop during the growing seasons 2010/11, 2011/12 and 2012/13, in Caçador – SC. Macro and micronutrients were determined in the diagnostic leaf at the beginning of fruit ripening. In each harvest date, it was evaluated total, marketable (extra AA and extra A) and unmarketable yield, and physiological disorders. Ca and B applications had no effect on tomato yield and on physiological disorders. It was not observed visual symptoms of deficiency or toxicity when a nutrient content in leaves was below or above the normal range. Foliar sprays of boric acid increased B content in leaves but had no effect on yield and on physiological disorders.

**Index Terms:** *Lycopersicon esculentum* Mill., blossom-end rot, catfacing, leaf diagnosis.

## Introdução

O município de Caçador, localizado na região do Alto Vale do Rio do Peixe, SC, é o maior produtor estadual de tomate, com aproximadamente 800ha de área plantada, envolvendo cerca de 400 produtores rurais (EPAGRI/CEPA, 2014). Com uma produção em torno de 54 mil toneladas, o município é um dos principais fornecedores de tomate de mesa para o mercado nacional durante o verão.

Na nutrição mineral do tomateiro, cálcio (Ca) e boro (B) têm merecido uma atenção especial pela sua participação na estrutura celular e na ativação de reações vitais nas plantas, interferindo diretamente na produção e na qualidade de frutos. Como mais importante

ion sinalizador nas plantas, o Ca exerce múltiplas funções em diversos locais e redes de sinalização em “cascata” (AG-DHAM et al., 2012). A parede celular representa o maior estoque de  $\text{Ca}^{2+}$  em tecidos vegetais, contendo de 60 a 75% do conteúdo total do elemento dos tecidos (DEMARTY et al., 1984). O Ca, por ser divalente ( $\text{Ca}^{2+}$ ), estabelece uma rede de ligações cruzadas dos polissacarídeos pécticos, aumentando a firmeza dos frutos.

Após ser absorvido pelas raízes, o Ca é transportado via xilema. Quando cessa a divisão celular e inicia a subsequente expansão celular, pouco Ca adicional entra nos tecidos dos frutos (LURIE, 2009). Frutos podem apresentar um importante distúrbio fisiológico associado ao Ca, que é a podridão apical (PA) ou

podridão estilar. A PA é caracterizada por uma deficiência local de Ca na parte distal do fruto, o que resulta no aumento da permeabilidade e deterioração de membranas celulares, com subsequente perda de turgor e vazamento de conteúdo celular líquido (ADAMS, 2002; SAURE, 2014).

O B apresenta similaridades de funções com o Ca, como a formação da parede celular, a divisão e o alongamento das células. Por isso, estes dois elementos têm sido estudados conjuntamente (SANTOS et al., 1990). Pela importância do B no desenvolvimento do tecido meristemático, sua ausência implica paralisia do crescimento do tecido e morte da gema terminal, sintomas estes muito semelhantes aos que ocorrem com a deficiência de Ca. Um sintoma típico da ►

Recebido em 2/6/2016. Aceito para publicação em 14/9/2017.

<sup>1</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Caçador, Professor Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (Uniarp), Rua Abílio Franco, 1500, Bairro Bom Sucesso, Cx Postal 500, e-mail: leandrohahn@epagri.sc.gov.br.

<sup>2</sup> Engenheiro-agrônomo, M.Sc, Aposentado, Epagri/Estação Experimental de Caçador, e-mail: atsuosuzuki@gmail.com.

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Epagri/Estação Experimental de Caçador, Rua Abílio Franco, 1500, Bairro Bom Sucesso, Cx Postal 500, e-mail: andersonfeltrim@epagri.sc.gov.br; afwamser@epagri.sc.gov.br; janicevalmorbida@epagri.sc.gov.br.

<sup>4</sup> Engenheiro-agrônomo, Dr., Aposentado, Epagri/Estação Experimental de Caçador, e-mail: simueller02@gmail.com.

deficiência de B é o “lôculo aberto”, caracterizado pela exposição da placenta (FREITAS et al., 2012).

O solo é o fornecedor primário de Ca e B às plantas de tomate. Complementar à absorção destes dois elementos pelo sistema radicular, aplicações com sais de Ca e B sobre as folhas e frutos são feitas frequentemente e ajudam a reduzir a incidência de PA (HO & WHITE, 2005; RAB & HAQ, 2012).

Novos produtos comerciais têm sido desenvolvidos para satisfazer as exigências nutricionais de Ca e B das plantas. Atualmente, um grande número de fertilizantes foliares está disponível no mercado, como fornecedores isolados de Ca ou B, ou formulações contendo estes ou mais elementos essenciais, com destaque para os sais e os quelatos. Também há formulações com bioestimulantes, como aminoácidos, extratos de algas marinhas e ácidos húmicos. Estudos mostram que estes produtos estimulam processos metabólicos, a atividade respiratória, o crescimento celular, assim como apresentam ação fito-hormonal (SANDERS et al., 1990), ainda que testes locais e regionais para comprovar a eficiência destes produtos não têm sido conduzidos pela pesquisa. Apesar disso, tomaticultores têm utilizado estes produtos, mesmo o solo indicando altos teores de Ca e B. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da aplicação de Ca e B sobre a produção e o estado nutricional de tomateiro tutorado em Caçador, SC.

## Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos em condições de campo, de novembro a maio nas safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13, na área experimental da Estação Experimental de Caçador, SC (26°46'32" S; 51°00'50" W; 960 m de altitude). O clima da região é Cfb (PANDOLFO et al., 2002). Os solos, classificados como Nitossolo Bruno distrófico típico (EMBRAPA, 2013), apresentaram os atributos da Tabela 1.

A Tabela 2 contém os tratamentos testados. Na safra 2010/11 fizeram-se aplicações foliares em quatro tratamentos com formulações comerciais líquidas de Ca e B (CaB Bionex, CaB Wiser,

CaB Stoller e CaB Timac) e um tratamento com produto sólido contendo Ca ( $\text{CaCl}_2$ ). Nas safras 2011/12 e 2012/13, via foliar, repetiu-se as quatro formulações líquidas contendo Ca e B do ano anterior, mais um tratamento foliar só com B, usando ácido bórico. Noutro tratamento aplicou-se bórax via solo, no sulco de plantio. Em cada experimento, houve um tratamento testemunha, sem aplicação de Ca e B. As seis aplicações foliares em cada safra foram quinzenais, a partir do início do florescimento. As doses (Tabela 2) das formulações comerciais foram conforme recomendação dos fabricantes e, para os demais produtos, conforme recomendação para a cultura. O delineamento experimental foi de blocos completos ao acaso, com cinco repetições na safra 2010/11 e quatro nas safras 2011/12 e 2012/13. Cada parcela foi constituída de uma fileira de 12 plantas, espaçadas de 1,5m entre fileiras e 0,6m entre plantas. O híbrido utilizado nas três safras foi o Paronset.

O pH do solo foi ajustado para 6,0 pela aplicação de calcário dolomítico. Em cada safra, aplicou-se 600kg ha<sup>-1</sup> de N ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) e 800kg ha<sup>-1</sup> de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (superfosfato triplo) e nas safras 2010/11, 2011/12 e 2012/13, aplicou-se 400, 500 e 400kg ha<sup>-1</sup> de  $\text{K}_2\text{O}$  (KCl), de acordo com recomendações de Mueller et al. (2008). Todo o  $\text{P}_2\text{O}_5$  mais 5 e 10% das doses de N e do  $\text{K}_2\text{O}$ , respectivamente, foram aplicados no plantio. O restante via fertirrigação semanalmente de acordo com a curva de absorção de nutrientes do tomateiro (modificado de ALVARENGA, 2004). Com equipamento para corte da palhada, sulcou-se o solo para aplicação da adubação de base. A condução foi com duas hastes por planta, tutoradas verticalmente com fitilho. As demais práticas culturais foram conforme as indicações técnicas para o tomateiro tutorado na região do Alto Vale do Rio do Peixe (MUELLER et al., 2008).

Colheu-se duas vezes por semana em função do ponto de colheita dos tomates. Avaliou-se a produtividade total, comercial, extra AA (>150 g), extra A (100 a 150 g), frutos descarte e frutos com podridão apical e lóculos abertos. Para a análise foliar, coletou-se a terceira folha completa (com pecíolo) a partir do ápice, das plantas úteis da parcela,

por ocasião do 1º fruto maduro. No laboratório de Ensaio Químico da Estação Experimental de Caçador, determinou-se macro (N, P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (Zn, Cu, Fe, Mn e B) de acordo com metodologia de Embrapa (2009). Submeteram-se os dados à análise de variância, considerando os efeitos dos tratamentos em 2010/11 e para interação safras e tratamentos 2012/13. Usou-se o programa “R”, versão 3.0.3 (TEAM RDC, 2014) ao nível de 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

Houve interação significativa entre safras e tratamentos em 2011/12 e 2012/13, quando se repetiram os mesmos tratamentos. Por isso, os resultados foram apresentados e discutidos considerando o efeito dos tratamentos e das safras. As safras 2010/11 e 2011/12 apresentaram produtividades de 99,2 e 111, 5t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Em 2012/13 a produtividade média total de frutos (66t ha<sup>-1</sup>) foi inferior às outras safras, provavelmente, devido à incidência de doenças de solo. Porém, esta produtividade é próxima à média nacional (61,8t ha<sup>-1</sup> em 2010/2011) e estadual (67,8t ha<sup>-1</sup> em safra 2012/13) (EPAGRI/CEPA, 2014). As aplicações de Ca e B, por sua vez, não afetaram nenhuma variável relacionada a produção e incidência de distúrbios fisiológicos nas três safras avaliadas (Tabela 3).

As respostas do tomateiro às aplicações de Ca e B são muito variáveis. Para o B, características do solo, como textura arenosa, baixa umidade, valores de pH muito altos e baixos teores de MO, associadas às altas temperatura do ar, são os principais fatores que condicionam baixa disponibilidade e absorção deste elemento para as plantas e aumentam a incidência de frutos com lóculos abertos (GOLDBERG, 1997). Deficiência de B é mais frequente em tomate cultivado em áreas com alta precipitação associada a solos arenosos e ácidos, onde o B pode ser lixiviado (COMMUNAR & KEREN, 2007). A incidência de podridão apical, associada à deficiência de Ca, é influenciada pelo cultivar, concentração de Ca,  $\text{NH}_4^+$ , K, Mg e a salinidade do solo, estresse hídrico, disponibilidade

de oxigênio na zona de raízes, umidade relativa e temperatura do ar (NAVARRO et al. 2005; SAURE, 2014). Com o envolvimento de tantos fatores na ocorrência da PA, não tem sido possível identificar valores absolutos críticos de concentração de Ca no fruto que estejam associados ao aparecimento deste distúrbio fisiológico (HO & WHITE, 2005). Além dos fatores acima citados, a capacidade de troca de cátions (CTC) é um atributo importante para caracterizar um solo com alta disponibilidade de Ca (CHAUDHARY & SHUKLA, 2004). A interpretação da análise do solo das três safras (CQFS-RS/SC, 2004) acusou teores de Ca e B acima do teor crítico ( $4\text{cmol}_c\text{ dm}^{-3}$  e  $0,3\text{mg dm}^{-3}$ , respectivamente), alta saturação de Ca na CTC (acima de 40%), altos teores de argila (acima de  $600\text{g kg}^{-1}$ ), além de médios teores de MO (Tabela 1). Destaque-se ainda que o cultivar Paronset tem maior predisposição genética para apresentar lóculo aberto, pois tomates do grupo Salada possuem maior número de lóculos (MATOS et al., 2012). Por outro lado, cultivares deste grupo possuem uma menor suscetibilidade à ocorrência de podridão apical em comparação a cultivares do grupo Italiano (WAMSER et al., 2008).

Apesar dos resultados, aplicações de Ca e B, tanto via foliar quanto via solo, têm apresentado respostas positivas no tomateiro, principalmente, em solos com textura arenosa (DORAIS et al, 2001; RAB & HAQ, 2012), associados com baixos teores de MO (HUANG & SNAPP, 2004) e períodos com estresse hídrico e altas temperaturas (ZHANG & SCHMIDT, 2000). No presente estudo, a formulação de Ca e B com os bioestimulantes à base de aminoácidos (CaB Bionex) e a de extrato de algas marinhas (CaB Timac) também não apresentaram resultados positivos, apesar de se verificar nas safras 2012/13 e, principalmente na safra 2011/12, sequência de dias de janeiro a março com temperaturas

acima de  $27^\circ\text{C}$  e baixa umidade relativa do ar (abaixo de 70%). Segundo Wui & Takano (1995) estas condições favorecem o surgimento de distúrbios fisiológicos associados a Ca e B em tomateiro.

Com relação ao teor de macronutrientes na folha diagnose, os tratamentos não diferiram da testemunha (Tabela 4). Apenas o tratamento com aplicação foliar de  $\text{CaCl}_2$  apresentou maiores teores foliares de P em relação ao tratamento CaB Bionex na safra 2010/11. Nas safras 2011/12 e 2012/13 não houve diferenças entre os tratamentos para o teor foliar de macronutrientes. Na safra 2010/11, o teor foliar de N de todos os tratamentos foi abaixo do limite inferior da faixa considerada adequada para plantas de tomateiro ( $40\text{g kg}^{-1}$ ) segundo CQFS-RS/SC (2004) e Embrapa (2009). O mesmo ocorreu nesta safra para os teores de P nos tratamentos CaB Bionex, CaB Wiser e CaB Timac. Somente na safra 2010/11 e os tratamentos CaB e testemunha apresentaram teor foliar de K dentro da faixa considerada adequada ( $30$  a  $50\text{g kg}^{-1}$ ), enquanto nos demais tratamentos e safras os valores sempre foram abaixo do normal. Os teores de Mg, à exceção da safra 2012/13 e dos tratamentos CaB Wiser, CaB Stoller, B foliar e B via solo, foram abaixo do limite inferior considerado adequado ( $40\text{g kg}^{-1}$ ). De todos os macronutrientes, somente o Ca encontraram-se dentro da faixa considerada adequada ( $14$  a  $40\text{g kg}^{-1}$ ). Apesar disso, não ocorreram problemas nutricionais e de produtividades. Em outro trabalho conduzido em Caçador, SC, também verificaram-se resultados similares para os teores foliares de macronutrientes, também sem afetar a produtividade de frutos (MUELLER et al., 2013). Estes resultados e os obtidos no presente estudo levam a inferir que as faixas de teores foliares de N, P, K e Mg, consideradas como adequadas para o tomateiro, deveriam ser inferiores aos atualmente adotados pela CQFS-

RS/SC (2004) e Embrapa (2009).

Os tratamentos diferiram entre si quanto aos teores dos micronutrientes Fe, Mn, Zn e Cu (Tabela 4). Porém, a aplicação de B via foliar na forma de ácido bórico aumentou os teores foliares deste elemento nas safras 2011/2012 em relação aos demais tratamentos, e na safra 2012/13 somente não diferiu do tratamento com B aplicado no solo. Nas safras 2011/12 e 2012/13, os teores aumentaram mais de 100 e 60%, respectivamente, em relação à testemunha, sem influir na produtividade. O fato pode ser explicado por teores dentro da faixa adequada para folhas de tomateiro ( $30$  a  $100\text{mg kg}^{-1}$ ) segundo os padrões adotados (CQFS-RS/SC, 2004; EMBRAPA, 2009) e pela disponibilidade de B no solo (Tabela 1).

A aplicação foliar de maiores quantidades de B na forma de ácido bórico, e o consequente maior teor na folha diagnóstica, não diminuíram o número e o percentual de frutos com o distúrbio fisiológico lóculo aberto em relação ao tratamento testemunha (Tabela 3). A imobilidade do elemento dentro da planta via floema pode explicar este resultado. Pulverizações com solução contendo  $^{10}\text{B}$  na concentração de B de  $0,340\text{g L}^{-1}$  não foram eficientes para aumentar o teor do micronutriente no tecido novo de tomate e beterraba emitido após a aplicação, comparado à aplicação do nutriente via raiz, inferindo-se não haver mobilidade do boro nestas duas culturas (PRADO et al., 2013). A mobilidade do boro é mais frequente nas plantas que apresentam o boro complexado a carboidratos como sorbitol, manitol e ducitol (HU & BROWN, 1997).

Os teores de Cu nas três safras e os de Mn em 2012/13 estavam muito acima da faixa considerada adequada ( $5$  a  $15\text{mg kg}^{-1}$  para Cu e  $50$  a  $250\text{mg kg}^{-1}$  para Mn). Provavelmente a aplicação de produtos fitossanitários para controle ►

Tabela 1. Atributos químicos dos solos utilizados nos experimentos

Safras	Argila ( $\text{g kg}^{-1}$ )	MO ( $\text{g kg}^{-1}$ )	pH ( $\text{H}_2\text{O}$ )	P	K ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	B	Ca	Mg ( $\text{cmol}_c\text{ dm}^{-3}$ )	Al	CTC <sub>pH 7,0</sub>
2010/11	730	2,8	5,8	3,4	244,0	0,4	6,3	2,5	0,0	15,3
2011/12	680	3,6	5,7	2,6	109,4	0,5	6,9	2,3	0,0	16,2
2012/13	640	3,1	5,9	3,8	186,2	0,5	6,2	2,8	0,0	15,1

Tabela 2. Tratamentos, nomes comerciais, formulações e doses utilizados nos experimentos

Tratamentos	Nome comercial	Garantias (%)			Dose aplicada
		Ca	B	% (Agente complexante)	
CaB Bionex	Bionex CaBoron Max	9,5	2	5,8 (aminoácidos)	1mL L <sup>-1</sup> de calda
CaB Wiser	CaB Wiser	10	2	4,1 (MEA*)	4mL L <sup>-1</sup> de calda
CaB Stoller	CaB	8	0,5	-	3mL L <sup>-1</sup> de calda
CaB Timac	Fertiactyl Kalibor	4	0,2	Extrato de algas marinhas	1mL L <sup>-1</sup> de calda
CaCl <sub>2</sub>	Cloreto de cálcio	20	-	-	1g L <sup>-1</sup> de calda
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	Ácido bórico	-	17	-	3g L <sup>-1</sup> de calda
Bórax solo	Bórax	-	11	-	30 kg ha <sup>-1</sup>

\*MEA: agente quelante monoetanolamina.

Tabela 3. Produtividade total, comercial, extra AA e A e descarte, e número e percentual de frutos com lóculos abertos (NLA e PLA) e com podridão apical (NPA e PPA) em tomateiro de mesa tutorado em função de tratamentos com aplicação foliar de Ca e B, safras 2010-11, 2011/12 e 2012/13

Tratamentos	Total	Comercial	Extra AA	Extra A	Descarte	NLA	PLA (%)	NPA	PPA (%)
	--- t ha <sup>-1</sup> ---								
Safra 2010-11									
CaB Bionex	102,2*	94,9*	76,5*	18,4*	7,4*	10296*	1,68*	741*	0,12*
CaB Wiser	97,8	90,4	73,9	18,0	7,4	6129	1,01	1810	0,29
CaB Stoller	100,5	92,2	72,6	18,3	8,3	11741	1,88	1074	0,17
CaB Timac	100,0	91,0	72,5	18,4	9,0	10404	1,69	370	0,06
CaCl <sub>2</sub>	94,9	85,9	66,5	19,4	9,0	10632	1,76	1726	0,29
Testemunha	99,8	93,0	77,5	16,1	6,2	9917	1,69	1417	0,23
Média	99,2	91,2	73,3	18,1	7,9	9853	1,61	1190	0,19
CV (%)	4,0	5,1	7,3	13,5	24,5	41,3	40,8	114,5	44,2
Safra 2011-12									
CaB Bionex	114,9*	109,9*	92,9*	16,9*	5,1*	12032*	1,86*	1761*	0,27*
CaB Wiser	111,6	105,9	87,3	18,7	5,7	14394	2,29	333	0,05
CaB Stoller	106,3	101,7	84,3	17,4	5,1	11964	2,00	667	0,11
CaB Timac	115,9	110,6	93,4	17,2	5,3	10755	1,65	3166	0,48
Ácido bórico	105,7	98,9	80,2	18,8	6,7	12172	1,90	1370	0,23
Bórax solo	114,2	106,6	88,7	17,9	7,6	16902	2,55	4982	0,74
Testemunha	115,3	109,9	89,5	20,4	5,4	8806	1,37	1815	0,38
Média	111,5	105,6	87,2	18,4	6,0	12499	1,95	2056	0,31
CV (%)	7,8	7,5	8,3	15,4	31,5	40,6	18,6	115,2	98,4
Safra 2012-13									
CaB Bionex	56,4*	50,9*	33,5*	12,7*	10,2*	12377*	3,32*	1725*	0,40*
CaB Wiser	59,5	46,2	37,8	13,1	8,5	9084	1,00	2002	0,50
CaB Stoller	64,6	54,8	42,6	12,2	9,8	12672	3,50	3307	0,77
CaB Timac	65,8	54,8	41,5	13,4	11,0	11337	2,72	293	0,07
Ácido bórico	71,6	60,4	46,3	14,1	11,1	9640	2,07	615	0,14
Bórax solo	68,1	57,1	42,8	14,4	11,0	10095	3,32	901	0,21
Testemunha	66,6	57,6	43,4	14,2	9,0	9806	1,39	2005	0,48
Média	66,0	55,2	42,4	13,6	10,1	10439	2,48	1521	0,37
CV (%)	14,1	14,3	19,3	9,2	23,1	32,8	28,3	112,9	103,2

\* Sem diferença significativa (p&lt;0,05) entre as médias.



Tabela 4. Teores de macro e micronutrientes da folha diagnose do tomateiro de mesa tutorado em função de tratamentos com aplicação foliar de Ca e B, safras 2010-11, 2011/12 e 2012/13

Tratamentos	Macronutrientes (g kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
<b>Safra 2010-11</b>										
CaB Bionex	37,7*	3,8b	30,0*	14,8*	3,0*	86*	61*	14*	723*	38*
CaB Wiser	31,6	3,8ab	28,7	15,0	2,8	82	60	15	698	32
CaB Stoller	35,6	4,0ab	20,8	15,4	2,0	79	63	14	690	39
CaB Timac	36,9	3,9ab	22,7	14,9	2,7	87	59	14	780	40
CaCl <sub>2</sub>	38,6	4,5a	29,3	15,1	2,9	81	58	13	714	34
Testemunha	35,6	4,1ab	38,2	15,1	3,8	79	62	15	740	34
Média	36,0	4,0	28,1	15,1	2,8	82	60	14	724	36
CV (%)	25,0	8,9	57,5	8,8	55,5	12,2	15,3	11,6	13,3	19,3
<b>Safra 2011-12</b>										
CaB Bionex	40,5*	5,6*	16,1*	14,3*	3,3*	141*	218*	48,0*	470*	26b
CaB Wiser	40,0	5,8	16,1	14,2	3,3	14	218	45,8	449	29b
CaB Stoller	40,1	5,4	15,9	14,2	3,3	145	212	47,5	414	29b
CaB Timac	40,4	5,3	16,4	14,2	3,3	162	208	46,0	448	31b
Ácido bórico	41,1	5,3	16,0	14,2	3,2	146	205	44,5	466	54a
Bórax solo	40,5	5,3	16,2	14,2	3,3	156	216	48,0	533	36b
Testemunha	41,5	5,4	15,9	14,1	3,2	50	215	45,5	446	26b
Média	40,6	5,4	16,1	14,2	3,3	151	212	46,2	459	34
CV (%)	4,0	8,3	3,1	3,2	2,3	7,4	8,4	6,9	14,1	18,6
<b>Safra 2012-13</b>										
CaB Bionex	40,1*	4,6*	24,4*	16,8*	3,8*	208*	270*	33*	401*	23b
CaB Wiser	41,1	4,3	21,6	16,3	4,1	209	292	33	341	21b
CaB Stoller	40,2	4,3	21,7	16,4	4,0	209	278	32	358	24b
CaB Timac	40,4	4,5	21,5	16,3	3,9	225	293	34	376	23b
Ácido bórico	40,4	4,5	21,5	16,8	4,1	215	315	36	377	35a
Bórax solo	40,1	4,6	21,6	16,8	4,0	224	305	35	370	26ab
Testemunha	41,8	4,5	22,4	15,8	3,7	182	297	31	321	22b
Média	40,7	4,5	21,7	16,4	4,0	211	297	33	357	25
CV (%)	3,9	7,7	13,1	7,7	13,2	16,2	23,3	15,4	30,7	18,8

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey (p<0,05).

Sem diferença significativa (p<0,05) entre as médias.

de doenças contendo estes dois micronutrientes aumentou consideravelmente os teores foliares. Este fato, comum em muitas culturas, praticamente inviabiliza a análise foliar para diagnóstico do estado nutricional das plantas para estes micronutrientes. Na safra 2010/11, os teores de Fe e Zn estiveram abaixo do limite inferior da faixa adequada, respectivamente, 100 a 300 e 30 a 100mg kg<sup>-1</sup>, porém sem presença de sintomas visíveis. O trabalho permite sugerir que se deveria revisar os valores atualmente usados para interpretação da análise foliar na cultura do tomateiro para condições de cultivo similares às usadas nos experimentos conduzidos na região de Caçador, SC.

## Conclusões

Aplicações foliares de Ca e B e de B via solo não aumentam a produção e não diminuem a incidência dos distúrbios fisiológicos podridão apical e lóculos aberto em tomateiro tutorado.

Na folha diagnóstica, os teores de N, P, K, Mg, Fe e Zn estavam abaixo e os de Cu e Mn acima da faixa adequada, mas não interferiram na produtividade e na qualidade de frutos.

A aplicação de B na forma de ácido bórico aumenta o teor de B na folha diagnóstica, porém, sem efeito na produção e incidência em lóculos abertos nos frutos.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesp) pelo projeto REPENSA intitulado “Produção Integrada de Tomate de Mesa” pelo financiamento.

## Referências

ADAMS, P. Nutritional control in hydroponics. In: SAVVAS, D.; PASSAM, H.C. (Eds.). **Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals**. Athens, Greece: Embryo Publications, 2002. p.211-261.

AGHDAM, M.S.; HASSANPOURAG-▶

- DDAM, M.B.; PALIYATH, G.; FARMANI, B. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.144, p.102-115, 2012.
- ALVARENGA, M.A.R. **Tomate: Produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia**. Lavras: UFLA, 2004.
- CHAUDHARY, D.R.; SHUKLA, L.M. Boron forms and their relationships with soil characteristics. **Journal of the Indian Society of Soil Science**, Calcutá, v.52, p.197-199, 2004.
- CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, RS: SBCS/Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004. 400p.
- COMMUNAR, G.; KEREN, R. Effect of transient irrigation on boron transport in soils. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.71, n.2, p.306-313, 2007.
- DEMARTY, M.; MORVAN, C.; THELLIER, M. Calcium and the cell wall. **Plant Cell & Environment**, Medford, v.7, p.441-448, 1984.
- DORAIS, M.; PAPADOPOULOS, A.P.; GOSSELIN, A. Greenhouse tomato fruit quality. **Horticultural Reviews**, Oxford, v.26, p.239-319, 2001.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.
- EPAGRI/CEPA. **Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina – 2013/2014**. Florianópolis: Epagri/Cepa, 2014.
- FREITAS, S.T.; JIANG, A.; MITCHMAN, E.J. Mechanisms involved in calcium deficiency development in tomato fruit in response to gibberellins. **Journal of plant growth regulation**, New York, v.31, p.221-234, 2012.
- GOLDBERG, S. Reactions of boron with soils. In: DELL, B.; BROWN, P.H.; BELL R.W. **Boron in soils and plants: reviews**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1997. p.35-48.
- HO, L.C.; WHITE, P.J. A cellular hypothesis for the induction of blossom-end rotten tomato fruit. **Annals of Botany**, Oxford, v.95, p.571-581, 2005.
- HU, H.; BROWN, P.H. Absorption of boron by plant roots. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.193, p.49-58, 1997.
- HUANG, J.; SNAPP, S.S. The effect of boron, calcium, and surface moisture on shoulder crack, a quality defect in fresh-market tomato. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.129, p.599-607, 2004.
- LURIE, S. Stress physiology and latent damage. In: FLORKOWSKI, W.J.; SHEWFEELT, R.L.; BRUECKNER, B.; PRUS-SIA, S.E. (Eds.). **Postharvest handling: a systems approach**. New York: Academic Press, 2009, p.443-459.
- MATOS, E.S.; SHIRAHIGE, F.H.; MELO, P.C.T. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.30, p.240-245, 2012.
- MUELLER, S.; WAMSER, A.F.; SUZUKI, A.; BECKER, W.F. Produtividade de tomate sob adubação orgânica e complementação com adubos minerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.31, p.86-92, 2013.
- MUELLER, S.; WAMSER, A.F.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P. **Indicações técnicas para o tomateiro tutorado na Região do Alto Vale do Rio do Peixe**. Florianópolis: Epagri, 2008.
- NAVARRO, J.M.; FLORES, P.; CARVAJAL, M.; MARTINEZ, V. Changes in quality and yield of tomato fruit with ammonium, bicarbonate and calcium fertilization under saline conditions. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v.80, p.351-357, 2005.
- PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P. **Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. (CD-ROM).
- PRADO, R.M.; GONDIM, A.R.O.; CECÍLIO FILHO, A.B.; ALVES, A.U.; CORREIA, M.A.R.; ABREU-JUNIOR, C.M. Foliar and radicular absorption of boron by beetroot and tomato plants. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.44, p.1435-1443, 2013.
- RAB, A.; HAQ, I. Foliar application of calcium chloride and borax influences plant growth, yield, and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, Ankara, v.36, p.695-701, 2012.
- SANDERS, D.S.; RICOTTA, J.A.; HODGES, L. Improvement of carrot stands with plant biostimulants and fluid drilling. **Hortscience**, Alexandria, v.25, p.181-183, 1990.
- SANTOS, I.S.; BARBEADO, C.J.; PIPITAI, R.; FERREIRA, S.M.; NAKAGAWA, J. Estudo da relação Ca x B na cultura do pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.8, p.19-23, 1990.
- SAURE, M.C. Why calcium deficiency is not the cause of blossom-end rot in tomato and pepper fruit – a reappraisal. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.174, p.151-154, 2014.
- TEAM RDC R: **A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 3 abr. 2014.
- WAMSER, A.F.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P.; MUELLER, S. Influência do sistema de condução do tomateiro sobre a incidência de doenças e insetos-praga. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.26, p.180-185, 2008.
- WUI M; TAKANO T. Effect of temperature and concentration of nutrient solution during the stage of the fruit development on the incidence of blossom-end rot in fruits of tomato, *Lycopersicon esculentum* L. **Environmental Control in Biology**, Fukuoka, v.33, p.7-9, 1995.
- ZHANG, X.; SCHMIDT, R.E. Hormone-containing products impact on status of tall fescue and creeping bentgrass subjected to drought. **Crop Science**, Madison, v.40, p.1344-1349, 2000. ■